


**Method for regulating thermal control loops and heating devices in household appliances**

**Patent number:** DE19711291  
**Publication date:** 1998-09-24  
**Inventor:** HORN KATRIN (DE); HAS UWE DIPL ING (DE);  
MARBACH ANDREAS DIPL ING (DE)  
**Applicant:** BOSCH SIEMENS HAUSGERAETE (DE)  
**Classification:**  
- international: H05B1/02; G05D23/30  
- european: A47J27/62, F24C7/08, G05D23/19T  
**Application number:** DE19971011291 19970318  
**Priority number(s):** DE19971011291 19970318

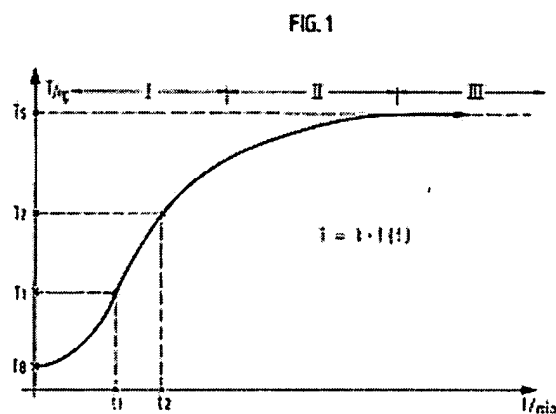
Also published as:

 EP0866278 (A1)

Abstract not available for DE19711291

Abstract of correspondent: **EP0866278**

The method uses three successive regulation phases, for initial heating of the heating device to a required temperature, holds the required temperature and maintains the required temperature, respectively. The method uses a regulator for operation of a 2-point switch, e.g. a relay, as a power setting control, with pulsing of the heating load when for maintenance of the required temperature with minimum oscillation about the required temperature value.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Exh. 1

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 11 291 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 05 B 1/02**  
G 05 D 23/30

⑳ Aktenzeichen: 197 11 291.9  
㉒ Anmeldetag: 18. 3. 97  
㉔ Offenlegungstag: 24. 9. 98

**BEST AVAILABLE COPY**

DE 197 11 291 A 1

⑦① Anmelder:  
BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, 81669  
München, DE

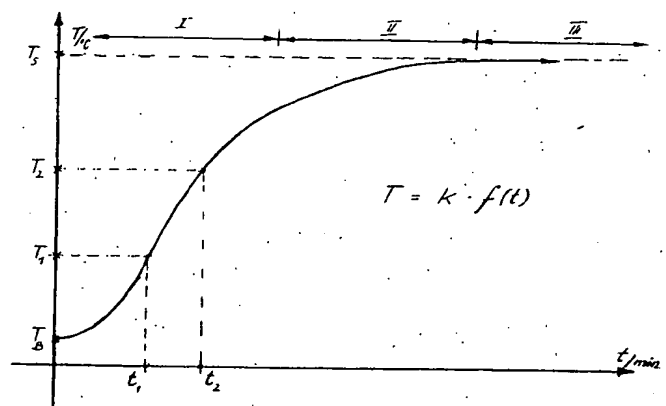
⑦② Erfinder:  
Has, Uwe, Dipl.-Ing., 84579 Unterneukirchen, DE;  
Horn, Katrin, Dipl.-oec.troph., 83301 Traunreut, DE;  
Marbach, Andreas, Dipl.-Ing. (FH), 83374 Arleiting,  
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Regelung thermischer Strecken und Heizeinrichtungen in Haushaltgeräten

⑤⑦ Verfahren zur Regelung thermischer Strecken und Heizeinrichtungen in Haushaltgeräten, vorzugsweise für Kochmulden, wobei die Regelung der Heizeinrichtung des Haushaltgerätes in drei Phasen erfolgt,  
- Anfahren des Sollwertes,  
- Einschwingen in den Sollwert und  
- Halten des Sollwertes,  
wobei die Regelung während des Regelprozesses für das zu erwärmende Objekt ohne Über- und Unterschwingen erfolgt.



DE 197 11 291 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung thermischer Strecken und Heizeinrichtungen in Haushaltgeräten, vorzugsweise für Kochmulden, die aus Gargerät einer Sensorik und im Kochfeld und beispielsweise einem Glaskeramikkochfeld bestehen können.

Es ist üblich, die Wärmezufuhr in Gargeräten zur Erwärmung von Gütern in Abhängigkeit einer zu erreichenden Mindesttemperatur zu regeln. Insbesondere sind für Haushaltgeräte einfache Zweipunktregler in Gebrauch, wobei die Erwärmung der Gargüter nicht immer optimierbar ist. Es ist daher bekannt, die Wärmezuführung für Gargeräte durch Temperatursensoren zu überwachen und zu steuern. Weiterhin ist es bekannt, auf Kochmulden platzierte Kochgeschirre durch Infrarotsensoren temperaturmäßig zu überwachen und zu regeln. Konventionelle Lösungen des Regelproblems, gemäß derer die Leistungszufuhr zur geregelten Kochstelle abgeschaltet oder getaktet wird, wenn die Ist-Temperatur die Soll-Temperatur erreicht oder überschreitet, gehören ebenso zum Stand der Technik. Diese konventionellen Regelsysteme neigen besonders beim Anfahren bzw. Erreichen des Sollwertes zu mehr oder weniger starkem Über- und Unterschwingen des Sollwertes der Erwärmungsendtemperatur. Durch dieses Verhalten ist es erschwert, mit einem konventionellen Regler, beispielsweise Milch, gebundene Suppen, Gulasch und Eintöpfe aller Art und weitere den vorgenannten Speisen entsprechende Gerichte in einem kalten Kochgeschirr durch Erwärmen auf Kochmulden auf eine Soll-Temperatur zu bringen, ohne daß dabei aufgrund des ersten Überschwingers das Kochgut im Kochgeschirr ansetzt und möglicherweise auch anbrennt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Regelung der Temperatur auf der Grundlage von Regeln und/oder variabler Regelungskennfelder zu entwickeln. Die Lösung der Aufgabenstellung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung der Heizeinrichtung des Haushaltgerätes in drei Phasen erfolgt,

- Anfahren des Sollwertes,
- Einschwingen in den Sollwert und
- Halten des Sollwertes, wobei die Regelung während des Regelprozesses für das zu erwärmende Objekt ohne Über- und Unterschwingen erfolgt.

Weitere vorteilhafte Lösungsvarianten sind den Unteransprüchen entnehmbar. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden anhand der Zeichnungen näher beschrieben.

Es zeigt

**Fig. 1** eine dem Regelungsverfahren entsprechende Regelkurve  $T = k \cdot f(t)$ ,

**Fig. 2** eine tabellarische Auflistung aller im Erfindungsbeschreibungstext erwähnten Formelzeichen.

Verfahren zur Regelung von Temperaturen für Haushaltgeräte können nur sehr selten auf der Grundlage einer analytischen Betrachtung des zu regelnden Systems entwickelt werden. Dafür ausschlaggebende Gründe liegen im einzelnen daran, daß

- die verfügbare Heizleistung (beispielsweise auch Kühlleistung) unbekannt bzw. schwankend ist,
- die thermische Masse, deren Temperatur geregelt wird, unbekannt ist,
- die Störungen auf alle Systemteile umfangreich und nicht beschreibbar sind,
- die Eigenschaften des Gesamtsystems während eines Regelvorganges bzw. im Lauf der Lebensdauer

veränderlich sind,

- die Parameter nicht in Echtzeit abschätzbar sind und
- der Ist-Wert der Lebensmittelltemperatur nur indirekt ermittelbar ist.

Das Regelungsverfahren bezieht sich in der derzeitigen Hardwarelösung auf Regler, die als Leistungssteller einen Zweipunktschalter, beispielsweise Relaischalter, betätigen, wobei die im Nulldurchgang der Wechselspannungsversorgung schaltenden Halbleiterelemente, beispielsweise Thyristoren, nicht eingeschlossen sind. Übliches Ziel einer Temperaturregelung ist es, die tatsächliche Temperatur  $T_{Ist}$  eines Gargutes von einem gegebenen Anfangswert  $T_{Beginn}$  auf einen gewünschten Sollwert  $T_{Soll}$  zu bringen. Die Ist-Temperatur  $T_{Ist}$  des Gargutes soll während des gesamten Regelprozesses möglichst keine Über- und keine Unterschwingen zeigen. Wenn die Ist-Temperatur  $T_{Ist}$  den Sollwert  $T_{Soll}$  erreicht hat, dann muß dieser Sollwert möglichst genau und ohne Auftreten einer Regelamplitude gehalten werden. Nach Störungen des Systems muß die Ist-Temperatur möglichst schnell auf den Sollwert zurückgeführt werden. Dies gilt analog bei einer Änderung des Sollwertes. Ein Regelvorgang der genannten Art ist im wesentlichen in die Abschnitte Anfahren des Sollwertes, Einschwingen in den Sollwert und Halten des Sollwertes unterteilt. Im folgenden wird das Regelungsverfahren durch die gemäß **Fig. 1** gegebene Regelkurve erläutert. Nach dem Einschalten der Regelung ist es notwendig, das Anfahren des Sollwertes anzugehen. Zur Erläuterung des Regelungsverfahrens wird vorausgesetzt, daß es sich im folgenden um eine Kochstelle handelt, auf der auf mindestens einer Energiezufuhrstelle Gargutträger angeordnet sind. Die nunmehr zugeführte Energie veranlaßt den auf der Kochstelle angeordneten Topf von einer Starttemperatur  $T_b$  die Erwärmung auf  $T_1$  zu durchfahren. Mit der erreichten Temperatur  $T_1$  ist gemäß Definition durch **Fig. 1** eine zugehörige in Minuten gemessene Zeit  $t_1$  verstrichen. Hat in der Anfahrphase des Sollwertes der Topf den Temperaturwert  $T_2$  erreicht, der mit einer Zeitdauer  $t_2$  korreliert, dann läßt sich aus dem Temperaturhub  $T_2 - T_{Start}$  eine für das Weiterheizen notwendige Zeit  $t_h$  bestimmen. Die für die Temperaturdifferenz  $T_2 - T_{Start}$  benötigte Zeit sei in diesem Zusammenhang mit  $\Delta t$  bezeichnet. Betrachtet man das Kurvenbild gemäß Abschnitt I mit dem eingezeichneten Parameter  $T$  und  $t$ , dann ergibt sich in erster Näherung aus Beziehungen des Strahlensatzes, die Gleichung für das Zeitverhalten beim Weiterheizen zu

$$t_h = \frac{\Delta t \cdot C_t \cdot (T_2 - T_1)}{T_2 - T_{Start}}$$

Das Regelungsverfahren ist darauf abgestellt, daß nach Ablauf der Zeit  $t_h$  die Heizung der Kochstelle abgeschaltet wird. Die Temperatur des Topfes steigt danach weiter an und schwingt sich auf einen Wert ein, der gemäß **Fig. 1** im Bereich des Abschnittes II liegt und in der Nähe des Sollwertes der Regelungskurve platziert ist. Nach dem Einschwingen der Topftemperatur in den Sollwert muß die Temperatur auf dem Sollwert gehalten werden. Der mögliche Wertebereich der Ist-Temperatur  $T_{Ist}$  kann in drei Bereiche aufgeteilt werden

- die Temperatur  $T_{Ist}$  liegt weit über dem Sollwert  $T_{Soll}$ . In einem solchen Fall muß die Kochstelle länger ausgeschaltet werden.
- die Temperatur  $T_{Ist}$  liegt in der Nähe des Sollwertes  $T_{Soll}$ . In diesem Fall ist es ratsam, die Heizung mit der

vermutlich benötigten Heizleistung zu takten, damit die Temperatur nicht zu weit und nicht zu schnell überschwingen kann. Das heißt, die Werte für  $t_{\text{ein}}$  und  $t_{\text{aus}}$  müssen fest vorgegeben werden.

– die Temperatur  $T_{\text{Ist}}$  liegt weit unter dem Sollwert. In einem solchen Fall muß die Heizung mit umso längeren Einzeiten getaktet werden, je weiter der Ist-Wert unter dem Soll-Wert liegt. Die Einzeit  $t_{\text{Ein}}$  wird hierbei wie folgt berechnet:

$$t_{\text{Ein}} = C_h \cdot (T_{\text{Soll}} - T_{\text{Ist}}).$$

Die einer Ein-Zeit folgende Aus-Zeit  $t_{\text{Aus}}$  ergibt sich hernach als Differenz  $t_{\text{Aus}} = t_{\text{cycl}} - t_{\text{Ein}}$ . Im allgemeinen sind solche Regelungskorrekturen unnötig, wenn die Regelkurve  $T = k \cdot f(t)$  gargutspezifisch optimal durchlaufen werden kann. Es gilt zudem, daß für jeden Sollwert bzw. für bestimmte Sollwertbereiche ein spezieller Satz von im Regler abgelegten Parametern vonnöten ist. Der Vorteil der vorgestellten erfindungsgemäßen Regelungsverfahren für Hausgeräte besteht darin, daß durch eine geeignete Parameterwahl das geschilderte Verfahren relativ universal einsetzbar erscheint.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung thermischer Strecken und Heizeinrichtungen in Haushaltgeräten, vorzugsweise für Kochmulden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelung der Heizeinrichtung des Haushaltgerätes in drei Phasen erfolgt,

- Anfahren des Sollwertes,
- Einschwingen in den Sollwert und
- Halten des Sollwertes,

wobei die Regelung während des Regelprozesses für das zu erwärmende Objekt ohne Über- und Unterschwingen erfolgt.

2. Verfahren zur Regelung thermischer Strecken und Heizeinrichtungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungsverfahren im Anfahrvorgang bis zum Erreichen des Soll-Wertes eine Weiterheizdauer definiert, die der Beziehung

$$t_h = \frac{\Delta t \cdot C_t \cdot (T_2 - T_1)}{T_2 - T_{\text{Start}}}$$

genügt.

3. Verfahren zur Regelung thermischer Strecken und Heizeinrichtungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungsverfahren das Einschwingen in den Sollwert als vollzogen erkennt,

- wenn die Temperatur des zu erwärmenden Objektes einen vorgegebenen Wert erreicht hat,
- wenn die Temperaturanstiegsparameter eine Einschwingdauer als beendet definieren und
- wenn eine vorgegebene Einschwingdauer abgelaufen ist.

4. Verfahren zur Regelung thermischer Strecken- und Heizeinrichtungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungsverfahren für das Halten des Soll-Wertes die dazu benötigte Heizleistung so taktet, daß die Ist-Temperatur die Soll-Temperatur nur unwesentlich unter- oder überschreitet.

BEST AVAILABLE COPY

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

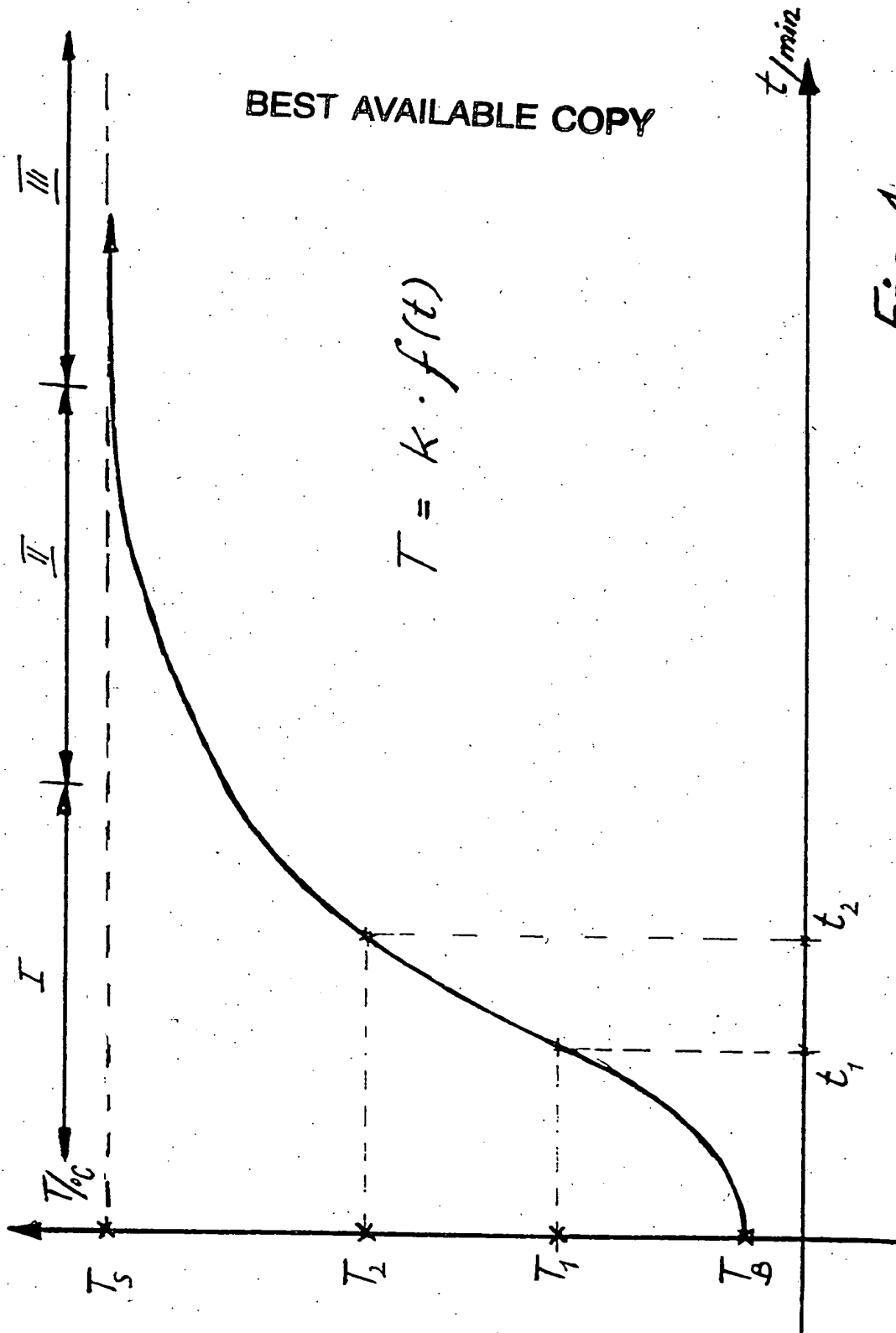


Fig. 1

Parameter	Erläuterung	Wert *)
	Vom Nutzer der Regelung vorgegebene Parameter:	
$T_{\text{soil}}$	Sollwert der Temperatur des Topfes	$^{\circ}\text{C}$
	Im Regler hinterlegte Parameter -> Kennfeld:	
$T_1$	Starttemperatur für Messung der Zeit $\Delta t$	$^{\circ}\text{C}$
$T_2$	Endtemperatur für Messung der Zeit $\Delta t$	$^{\circ}\text{C}$
$t_0$	Minimale Heizzeit vor Messen der Zeit $\Delta t$	Sec
$T_3$	Grenzwert: Wenn die Temperatur $T_{\text{Beginn}}$ größer ist als $T_3$ , dann geht die Regelung unmittelbar zum Halten des Sollwertes über	-> $T_1$
$T_{\text{e ende}}$	Grenzwert: Wenn die Temperatur des Topfes während des Einschwingens den Wert $T_{\text{e ende}}$ erreicht, dann geht die Regelung unmittelbar zum Halten des Sollwertes über	$T_{\text{soil}}$
$\Delta T_o$	Bandbreite oberhalb des Temperatursollwertes $T_{\text{soil}}$	0 K
$\Delta T_u$	Bandbreite unterhalb des Temperatursollwertes $T_{\text{soil}}$	0 K
$t_{\text{e max}}$	Maximale Wartezeit bis zum Beenden des Einschwingens	Sec
$t_{\text{cycl}}$	Grenzwert: Es muß immer gelten: $t_{\text{Ein}} + \text{folgende } t_{\text{Aus}} \leq t_{\text{cycl}}$	45 Sec
$c_t$	Konstante zur Berechnung der Zeit $t_h$ zum Weiterheizen	[1]
$c_s$	Grenzsteigung, ab der das Einschwingen als beendet betrachtet wird	[K/s]
$c_h$	Konstante zur Berechnung der Einzeit	[sec./K]
	Während des Prozesses gemessene Parameter:	
$T_{\text{ist}}$	Istwert der Temperatur des Topfes	$^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{start}}$	Starttemperatur für die Messung der Zeit $\Delta t$ , wichtig wenn $T_{\text{start}} \neq T_1$	$^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{Beginn}}$	Temperatur des Topfes zu Beginn des Regelvorganges	$^{\circ}\text{C}$
$\Delta t$	Zeit, die für den Temperaturum von $T_1$ bis $T_2$ notwendig ist	Sec
	Während des Prozesses errechnete Parameter:	
$t_h$	Zeit zu Weiterheizen während des Anfahrens des Sollwertes	Sec
$t_{\text{Ein}}$	Einschaltzeit der Kochstelle während des Haltens des Sollwertes	Sec
$t_{\text{Aus}}$	Ausschaltzeit der Kochstelle während des Haltens des Sollwertes	Sec

Fig. 2